

И.А. Ильющенко, А.Я. Коржиков, В.Я. Александров

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕЙ ПРИЗЕМНОГО ДАВЛЕНИЯ
И АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В АРКТИКЕ
В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

I.A. Ilyushenkova, A.J. Korzhikov, V.J. Alexandrov

**FEATURES FIELDS OF SURFACE PRESSURE
AND AIR TEMPERATURE ANOMALIES IN THE ARCTIC
IN THE PERIOD OF GLOBAL WARMING**

Приведены типовые поля приземного давления и аномалий температуры воздуха над Арктикой для периода глобального потепления. Дается анализ повторяемости типовых синоптических процессов по сезонам года.

Ключевые слова: Арктика, группы синоптических процессов, поля приземного давления, аномалии температуры воздуха.

The article describes a typical field of surface pressure and air temperature anomalies over the Arctic for the period of global warming. The analysis of the frequency of occurrence of typical synoptic processes on the seasons of the year.

Key words: Arctic, group of synoptic processes, fields of surface pressure, temperature anomalies of air.

Как известно, глобальное потепление климата, активная фаза которого началась в последнем десятилетии XX в., особенно ярко проявилась в Северной полярной области. Хорошим индикатором этого процесса стали арктические льды, площадь которых летом со стороны сибирского шельфа сокращается до такой степени, что в последние годы стало возможным без ледокольное плавание почти по всей трассе Северного морского пути.

Климатические изменения в Арктике происходят на фоне развивающихся синоптических процессов. Представляет интерес рассмотреть, в какой степени синоптические процессы связаны с потеплением климата в высоких широтах. С этой целью за период с 1990 по 2013 г. проанализированы поля приземного давления и аномалий температуры воздуха в Арктике по группам синоптических процессов.

Группы синоптических процессов в Арктике были определены Л. А. Дыдиной [2,3]. В Атласе Арктики [1] представлены поля приземного давления для шести типовых групп. Расчет полей производился по архивным данным за 1960–1970 гг.

С целью выяснения связи синоптических процессов с потеплением были построены средние групповые поля приземного давления и аномалий температуры воздуха для холодного и теплого периодов года за ряд лет с 1990 по 2013 г. Холодный период по средним многолетним данным длится с 15 октября по 15 мая и соответствует интервалу времени между датами перехода температуры воздуха через 0 °С в Субарктике. Теплый период продолжается с 15 мая по 15 октября, соответственно. Холодный и

теплый периоды различаются по состоянию подстилающей поверхности в Арктике, интенсивности барических образований, величине, знаку и районам локализации очагов аномалий температуры воздуха.

На рис. 1–12 представлены рассчитанные поля приземного давления и аномалий температуры воздуха. Аномалии температуры воздуха вычислялись от средних значений ряда 1981–2010 гг. Для вычисления средних характеристик выбирались те случаи (элементарные синоптические процессы [2]), которые имели максимальное сходство с типовыми схемами групп.

В холодный период при процессах группы А, для которых характерно развитие циклонической деятельности над всем арктическими морями Сибирского шельфа (рис. 1), основной очаг положительных аномалий температуры воздуха располагается над северо-востоком Баренцева моря и северо-западом Карского. Аномалии температуры воздуха в очаге достигают 6,0–7,0 °С.

Отрицательные аномалии температуры наблюдаются над центральной частью Арктического бассейна, Восточно-Сибирским и Гренландским морями.

При процессах группы Б, которым свойственно формирование обширных антициклонов над арктическим бассейном (рис. 2), положительные аномалии температуры воздуха располагаются над приполюсной областью. В очаге, который несколько смещен от Северного Полюса в восточный сектор Арктики, аномалии составляют 5,0–6,0 °С. При этом крупная область с отрицательными аномалиями температуры возникает над Сибирью, побережьем Карского моря.

Во время развития активной циклонической деятельности над Западной Арктикой (группа В) (рис. 3), формируются две области с положительными аномалиями температуры воздуха. Одна располагается над северо-востоком Баренцева моря, другая, менее интенсивная, находится над восточной частью Арктического бассейна.

При процессах группы Г (рис. 4), которая характеризуется формированием антициклонического поля над Западной Арктикой, крупные очаги с положительными аномалиями температуры воздуха над Арктическим бассейном не формируются. Зато над Баренцевым морем, северными районами моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, возникают очаги отрицательных аномалий.

Развитие активной циклонической деятельности в районе полуострова Таймыр, характерной для процессов группы Д (рис. 5), так же, как и для группы Г (рис. 4), не способствует возникновению крупных положительных аномалий температуры воздуха над Арктическим бассейном. Обширная область с положительными аномалиями располагается над Сибирью. В то же время отрицательные аномалии температуры возникают над атлантическим сектором приполюсной области, где формируется холодная арктическая воздушная масса.

Антициклоны, которые локализуются в районе Таймыра (группа К) (рис. 6), способствуют выносу вдоль своих западных периферий теплых воздушных масс с юга в Западную Арктику.

Это обстоятельство приводит к возникновению обширной области положительных аномалий температуры воздуха не только над Западной Арктикой, но и над большей частью сибирского шельфа. В центра очага, который находится к северу от Шпицбергена, аномалии достигают 7,0–8,0 °С.

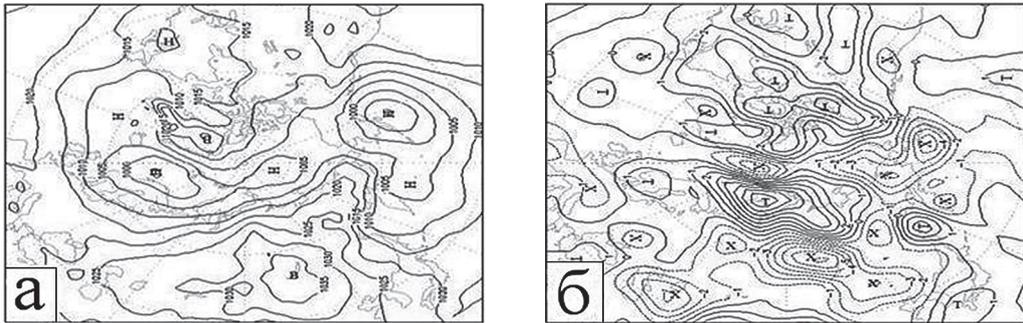


Рис. 1. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы А (холодный период года)

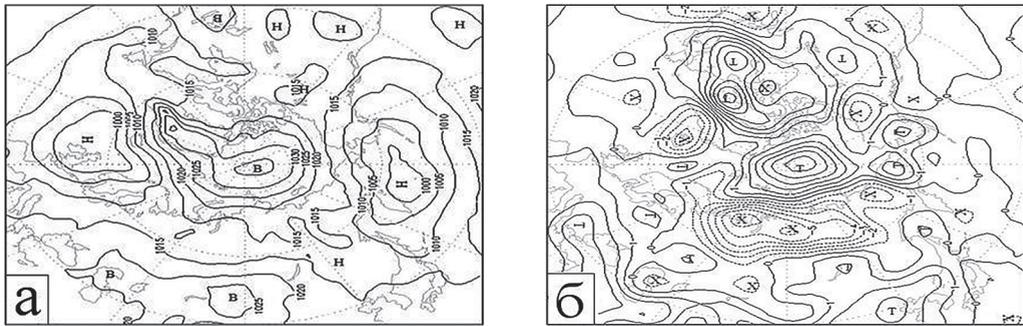


Рис. 2. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы Б (холодный период года)

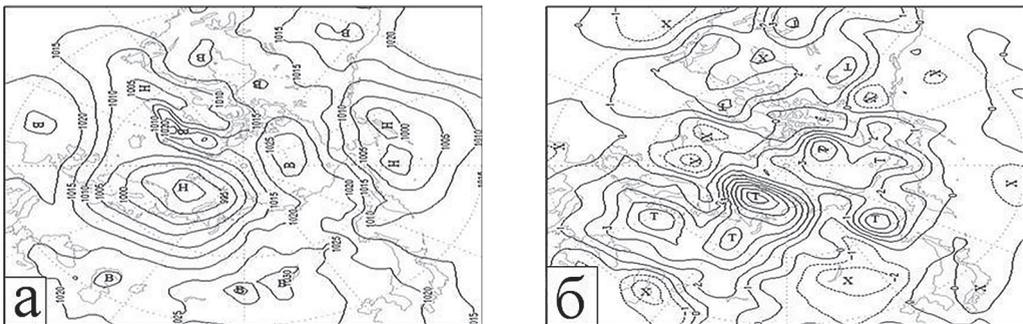


Рис.3. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы В (холодный период года)

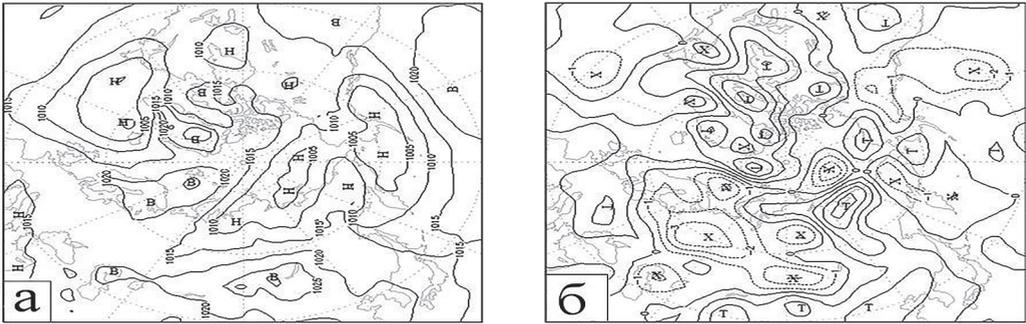


Рис. 4. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы Г (холодный период года)

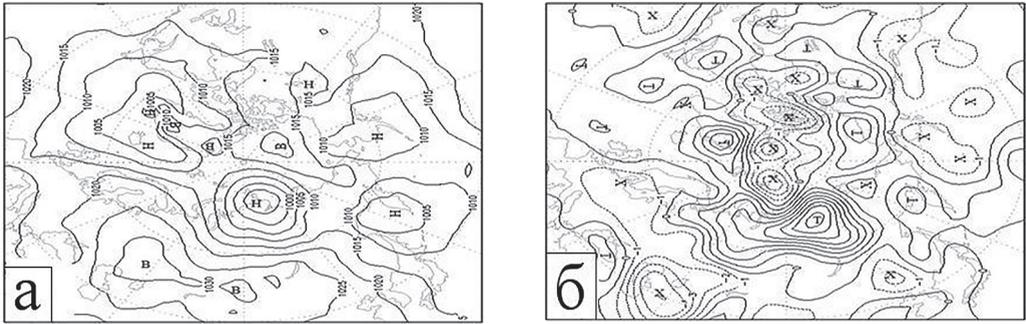


Рис.5. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы Д (холодный период года)

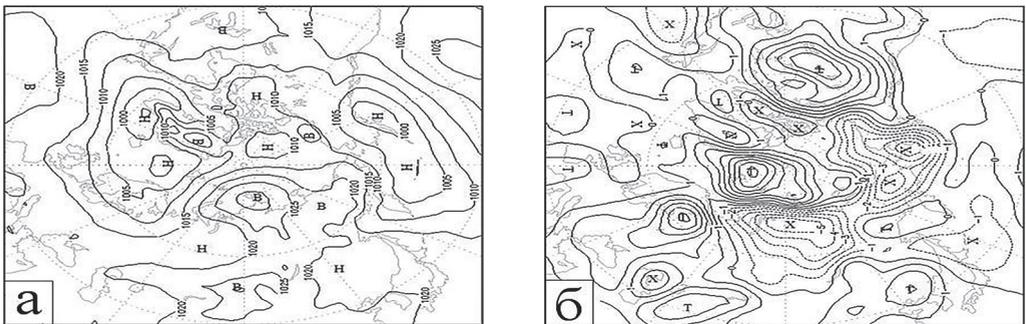


Рис. 6. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы К (холодный период года)

В теплый период при развитии синоптических процессов группы А (рис. 7) над акваториями всех морей сибирского шельфа формируются положительные аномалии температуры воздуха. Однако значения их, по сравнению с холодным периодом (рис. 1), существенно меньше и составляют 2,0–4,0 °С.

При процессах группы Б (рис. 8) во время формирования обширных арктических антициклонов так же, как и в холодный период (рис. 2), над приполюсной областью возникает очаг с положительными аномалиями температуры воздуха. При этом величина аномалий в центре очага изменяется в пределах 3,0–5,0 °С. Площадь, занимаемая очагом в теплый период значительно меньше, а величины аномалий меньше на 2,0–3,0 °С.

Во время развития циклонической деятельности над Западной Арктикой при процессах группы В (рис. 9) так же, как и в случае процессов группы А (рис. 7), над всеми арктическими морями сибирского шельфа возникают положительные аномалии температуры воздуха порядка 2,0–4,0 °С.

В период формирования антициклонического поля над Западной Арктикой при процессах группы Г (рис. 10) в теплый период, над Арктическим бассейном возникают небольшие (1,0–2,0 °С) положительные аномалии температуры воздуха.

В холодный период при этой же группе, над Северным Ледовитым океаном наблюдаются отрицательные аномалии температуры (рис. 4).

При локализации циклонической деятельности в районе Таймыра во время развития процессов группы Д (рис. 11), область с положительными аномалиями температуры воздуха захватывает центральную часть сибирского шельфа, моря Лаптевых и Восточно-Сибирское. Пониженный фон температуры воздуха наблюдается над Баренцевым морем и западом Карского. В холодный же период, наоборот, над большей частью Баренцева моря температура воздуха выше нормы на 1,0–3,0 °С (рис. 5).

Формирование антициклонического поля в районе Карского моря, Таймыра при процессах группы К (рис. 12) в теплый период так же, как и в холодном периоде приводит к возникновению обширного очага с положительными аномалиями температуры воздуха над западной частью Арктического бассейна, при этом в теплом периоде интенсивность очага ниже, чем в холодном, в два раза и составляет 2,0–3,0 °С.

Анализ средних групповых карт метеорологических элементов для периода с 1990 по 2013 г. показал, что и в холодный, и в теплый периоды года над Арктическим бассейном формируются крупные очаги с положительными аномалиями температуры воздуха. В зависимости от развивающейся группы процессов локализация очагов преимущественно различна. Сравнение с картами средних групповых аномалий температуры воздуха, построенными для 60-х и 70-х гг. XX столетия [3] показывает, что в последние годы существенно увеличились по площади районы, занятые положительными аномалиями над морями евразийского сектора Арктики.

Представляет интерес рассмотреть повторяемость групповых процессов по сезонам за период 1990–2013 гг. и сравнить с повторяемостью за весь имеющийся ряд лет в каталоге этих процессов (1939–2013 гг.). В таблице дается сравнение повторяемостей групп по сезонам и соответствующим рядам лет, а также приводятся их аномалии.

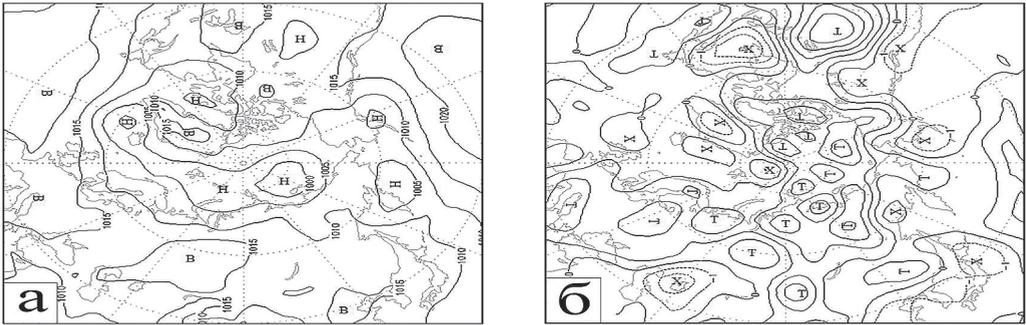


Рис. 7. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы А (теплый период года)

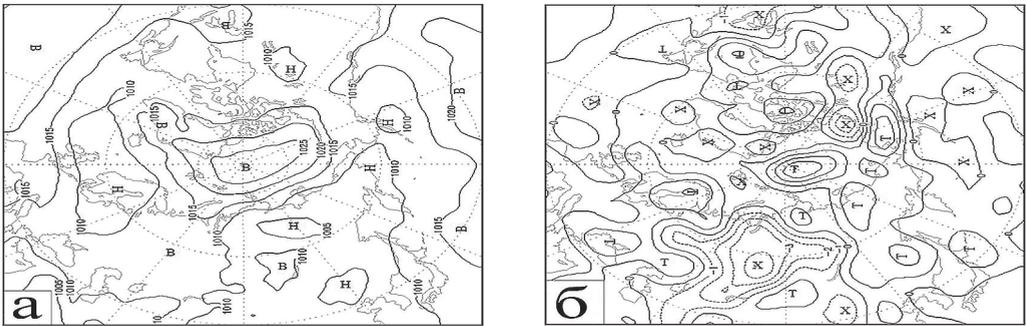


Рис. 8. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы Б (теплый период года)

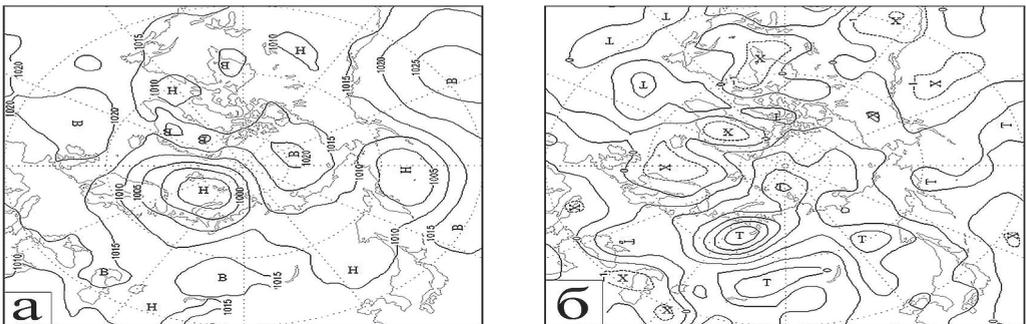


Рис. 9. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы В (теплый период года)

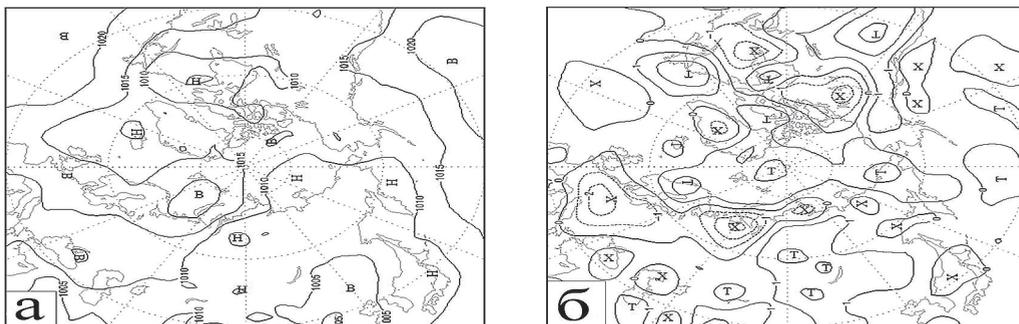


Рис. 10. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы Г (теплый период года)

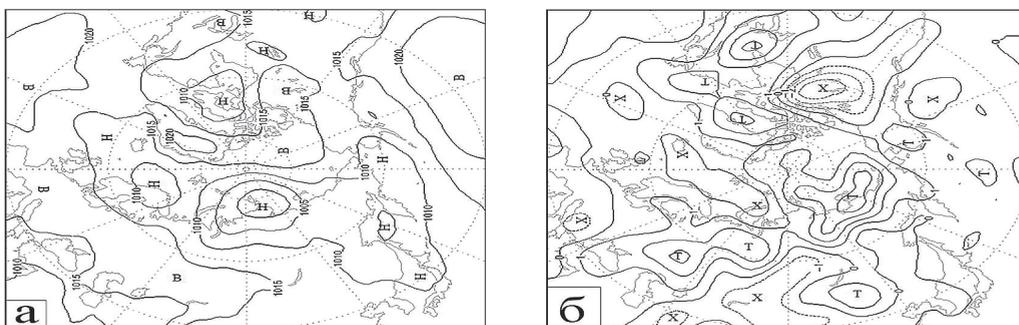


Рис. 11. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы Д (теплый период года)

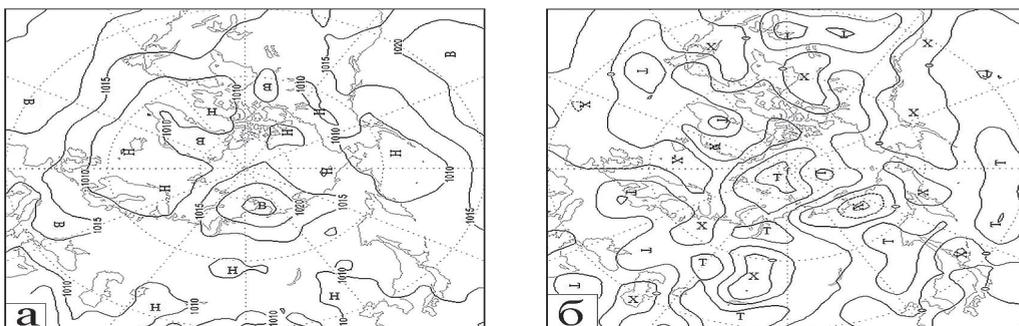


Рис. 12. Рассчитанные поля приземного давления (а) и аномалий приземной температуры воздуха (б) для процессов группы К (теплый период года)

**Повторяемость групп синоптических процессов по сезонам для периодов
1990–2013 гг.(1), 1939–2013 гг. (2) и их аномалии (3), %**

Сезон	Группы																	
	А			Б			В			Г			Д			К		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Зима	17	19	-2	11	13	-2	33	36	-3	5	4	+1	15	13	+2	19	15	+4
Весна	9	11	-2	28	26	+2	22	26	-4	8	5	+3	20	21	-1	13	11	+2
Лето	11	10	+1	14	17	-3	16	16	0	19	17	+2	24	23	+1	15	17	-1
Осень	15	20	-5	8	10	-2	25	25	0	12	10	+2	17	15	+2	23	20	+3

Анализ таблицы показывает, что во всех сезонах произошло увеличение повторяемости процессов групп Г, Д и К, которые ответственны за возникновение положительных аномалий температуры воздуха в восточной Арктике и приполюсной области. Вместе с тем почти во всех сезонах сохраняется высокая повторяемость процессов группы В, при которых возникают обширные очаги положительных аномалий в Западной Арктике. Эти данные подтверждают выводы, полученные в работе [4], основанные на моделировании текущих климатических изменений, о том, что максимальное повышение температуры воздуха в Арктике произошло над северными районами Баренцева моря и восточными арктическими морями.

Из таблицы также следует, что значения аномалий повторяемости не дают основания говорить о том, что за потепление в Арктике ответственны какие-либо определенные группы синоптических процессов. Как уже отмечалось, при всех группах формируются крупные очаги с положительными аномалиями температуры воздуха, имеющими разную локализацию. Причина, очевидно, кроется в глобальных изменениях климатообразующих факторов, к которым в первую очередь следует отнести общее повышение температуры океана и парниковый эффект.

Литература

1. Атлас Арктики. Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. — М., 1985. — 204 с.
2. Дыдина Л.А. Макроциркуляционный метод прогнозов погоды на 3–10 дней для Арктики. Гидрометеорологическое издательство. — Л., 1964. — 391 с.
3. Дыдина Л.А. Особенности развития синоптических процессов в Арктике и их использование в прогнозах на средние сроки. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 224 с.
4. Мелешко В.П., Байдина А.В. Реакция климата атмосферы на сокращение площади льда в Арктике и на другие внешние воздействия за последние десятилетия. // Труды ГГО, 2013, вып. 568, с. 80–117.